ChinaXiv合作期刊

心理学报 2018, Vol. 50, No.12, 1–10
Acta Psychologica Sinica DOI: 10.3724/SP.J.1041.2018.001

联结再认中双语者第二语言记忆优势效应*

刘贵雄[1,2] 贾永萍[1] 王余娟[3] 买合甫来提·坎吉[1] 郭春彦[2]

([1]新疆师范大学教育科学学院心理系；新疆师范大学心智发展与学习科学重点实验室，乌鲁木齐 830017)
([2]首都师范大学心理学院；“学习与认知”北京市重点实验室，北京 100048) ([3]重庆理工大学知识产权学院，重庆 400054)

摘 要 研究使用 ERPs 技术，考察了双语者在联结再认中是否存在第二语言记忆优势效应。实验要求被试完成维吾尔语(L1)和汉语(L2)两类“学习–测试”任务。学习阶段要求被试学习混合呈现的复合词和无关词，测验阶段要求被试区分“旧”、“重组”或“新”词对。行为结果发现：(1)复合词中，L2 的正确率高于 L1，L2 的反应时快于 L1；无关词中，L2 的正确率与 L1 无显著差异，但 L2 的反应时快于 L1。(2) 在 L2 和 L1 中，复合词的正确率均高于无关词，反应时均快于无关词。ERPs 结果发现：(1)在高整合条件下，L2 仅诱发了 FN400 效应，L1 诱发了 FN400 效应和 LPC 效应；在低整合条件下，L2 和 L1 都只诱发了 LPC 效应。(2)在时间进程上，L2 和 L1 分别在 650 ms 和 900 ms 完成联结关系的提取。上述结果表明，在高整合条件下，双语者在联结再认中存在 L2 记忆优势。此外，实验结果也从双语角度证明了，整合编码能促进熟悉性在维吾尔语联结再认中发挥作用。本研究结果的实践意义在于，为我国少数民族学生习得国家通用语言文字提供了认知神经科学依据。

关键词 联结再认；双语；整合编码；熟悉性；回想
分类号 B842

1 引言

近年来，研究者开始关注双语者的第二语言记忆优势效应。有研究发现，双语者在项目再认中第二语言(以下简称L2)的击中率高于第一语言 (以下简称 L1)而虚报率却低于 L1，表现出 L2 记忆优势效应(Francis & Strobach, 2013)，但联结再认中是否存在 L2 记忆优势效应尚不清楚。联结再认和项目再认是两种不同的认知加工过程。项目再认中，人们凭借项目内在信息(intrinsic information)区分旧项目和新项目；联结再认中，人们凭借项目间的关系信息(associative information)区分旧项目和重组项目(Mandler, 1980)。此外，词频对项目再认和联结再认有不同的影响。低频词的项目再认成绩高于高频词(MacLeod & Kampe, 1996)，联结再认成绩却低于高频词(Clark, 1992)。由此可见，低频词在联结再认中表现出记忆劣势。有研究认为，L2 词汇类似于双语者 L1 的低频词(Gollan, Montoya, Cera, & Sandoval, 2008)。据此推论，双语者 L2 的联结再认成绩可能低于 L1，表现出 L2 记忆劣势。

L2 记忆效应在项目再认和联结再认中的不同表现可由 SAC 模型(Source of Activation Confusion Model of Memory)解释。SAC 模型假定信息以网络结构形式存储于记忆系统中，网络结构中包含概

收稿日期：2018-01-03
* 国家自然科学基金资助(31671127)、首都师范大学科技创新服务能力建设-基本科研业务费(科研类：025185305000 /200)、国家自然科学地区基金(31660283)、博士科研启动基金(XJNUBS1707)、博士科研创新基金 (XJ107621710)、心智发展与学习科学重点实验室基金项目(XJNUSYS072017B06)。
刘贵雄、贾永萍为共同第一作者。
通信作者：郭春彦, E-mail: guocy@cnu.edu.cn；买合甫来提·坎吉, E-mail: mkanji@163.com

chinaXiv:201809.00127v1

ChinaXiv合作期刊

念节点(Concept node)和情景节点(Episode node)，信息能否成功提取取决于情景节点的激活水平(见图 1)。在测试中，线索词出现后，其概念节点被激活，扩散并激活相应的情景节点。情景节点的激活会受到概念节点的激活水平以及和此概念节点相连接的情景节点数目的影响。概念节点的激活水平越高，

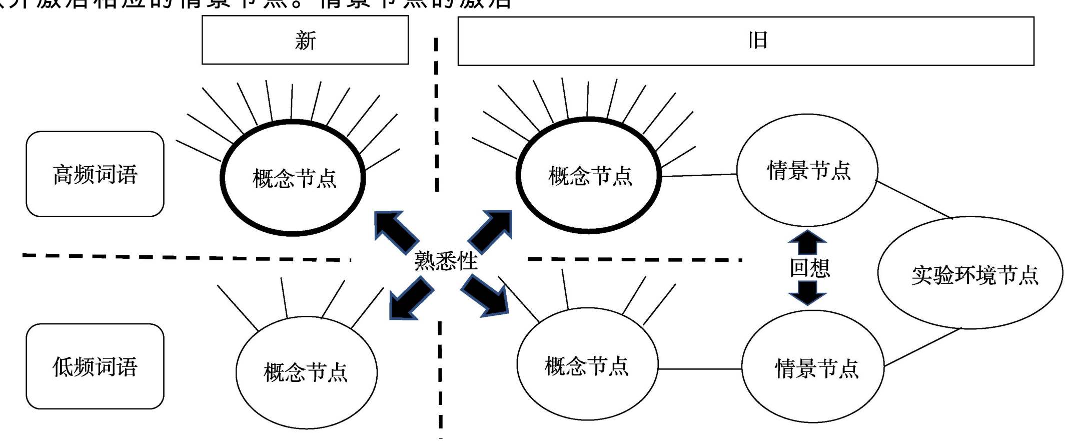


图 1 SAC 模型中记忆信息存储位置及其关系(采自 Buchler & Reder, 2007)

相应情景节点的激活就越大；与概念节点相连接的情景节点数目越多，干扰越大，相应情景节点的激活就越小(Dinan, Reder, Arndt, & Park, 2006)。在项目再认中，与 L2 概念节点相连接的情景节点数目少、干扰小，相应情景节点的激活大，击中率则较高。此外，L2 概念节点自身的激活水平低，虚报率则相应地较低。因此，高击中率和低虚报率引起了项目再认中的 L2 记忆优势(Francis & Strobach, 2013)。

在联结再认中，信息的提取除受到概念节点自身的激活水平以及与概念节点相连接的情景节点数目影响之外，还受到项目间关系激活水平的影响。项目间关系的激活受到个体认知资源的影响较大。概念节点自身的激活水平越低，在形成项目间关系时对认知资源的需求就越大(Reder, Paynter, Diana, Ngiam, & Dickison, 2007)。在个体认知资源有限的情况下，由于 L2 中两个项目的概念节点自身的激活水平较低，两个项目间关系得不到充分编码，形成项目间关系较困难(Buchler & Reder, 2007; Kuperman & Van Dyke, 2013)。由此可见，提高 L2 联结再认的关键在于促进项目间的关系编码。

整合(unitization)编码在一定程度上能够弥补 L2 中项目间关系编码不充分的缺陷。整合编码是指把两个或多个项目加工成一个整体概念的过程(Graf & Schacter, 1989)，其主要作用在于减少个体在编码时对认知资源的需求。当项目被整合编码后，个体对 L2 中的项目间关系编码时对认知资源的需求变小，所以 L2 项目中概念节点自身的激活水平对项目间关系编码的影响变小(Buchler & Reder, 2007)，项目间关系也能得到充分编码。在整合编码之后，联结再认提取的不再是两个分离的项目，而是对整体概念的提取。这一提取过程类似于项目提取。一方面，由于 L2 中无关情景节点的干扰较小，击中率则较高；另一方面，由于 L2 概念节点的激活水平较低，虚报率也较低。由此可推知，在高整合条件下，双语者 L2 的联结再认成绩可能也会好于 L1，即表现出 L2 记忆优势。然而，在低整合条件下，由于 L2 概念节点自身的激活水平低，项目间关系形成较困难，所以项目间关系的激活水平也较低，其联结再认成绩也相应地较低。

再认包括熟悉性和回想两个加工过程。熟悉性是对事物整体的再认，它不包含对事物具体细节信息的有意识提取；回想是一种有意识的提取加工，是对事物具体细节的再认(毛新瑞, 徐慧芳, 郭春彦, 2015; Yonelinas, 2002)。事件相关电位(ERPs)研究以两类旧/新效应分别作为熟悉性和回想的指标。刺激后 300~500 ms 出现在双侧额区的旧/新效应(或 FN400 效应)，与基于熟悉性的提取有关(Rugg & Curran, 2007)；刺激后 500~800 ms 出现在左侧顶区的旧/新效应(或 LPC 效应)指示回想(Vilberg, Moosavi, & Rugg, 2006)。近年来，研究者(Zheng, Xiao, Broster, & Jiang, 2015a; Kamp, Bader, & Mecklinger, 2016)认为旧/重组效应比旧/新效应

chinaXiv:201809.00127v1

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:201809.00127v1

更能反映联结关系的提取。因为旧/新效应中混杂了项目信息和关系信息的提取，个体仅凭借两个项目的熟悉性就能够区分旧项目和新项目。在旧/重组效应中，由于两个项目的熟悉性在旧和重组中相同，仅凭借熟悉性不能区分旧和重组刺激，有效地区分旧和重组刺激必须提取两个项目间关系信息。因此，本研究参考 Kamp 等人(2016)的方法，以双侧额区旧/重组效应和左侧顶区旧/重组效应分别作为熟悉性与回想的电生理指标。

综上，双语者在项目再认中存在 L2 记忆优势效应，但在联结再认中是否存在 L2 记忆优势效应尚不清楚。如果在高整合条件下，双语者在联结再认中也存在 L2 记忆优势，则说明在一定条件下，双语者再认记忆中的 L2 优势效应具有普遍性。此外，如果整合编码是引起双语者 L2 联结再认记忆优势的关键因素，那么双语者在学习 L2 中，可以利用整合编码策略来弥补自己在 L2 中关系编码的缺陷，从而促进 L2 的联结再认。这一结果将为我国少数民族学生有效习得国家通用语言提供重要的科学依据。为此，本研究采用 ERPs 技术，通过改变语义关系来操纵项目间的整合程度(Ahmad & Hockley, 2014; Zheng et al., 2015a)，考察不同语义整合程度下，双语者在联结再认中是否存在 L2 记忆优势。实验中，双语者分别完成 L1 和 L2“学习–测试”任务。在 L1 任务中，学习和测验阶段均为维吾尔语词语；在 L2 任务中，学习和测验阶段均为汉语词语。学习阶段要求被试学习混合呈现的复合词和无关词，测验阶段要求被试区分“旧”、“重组”或“新”词对。复合词中，由于两个词语自身存在语义关联，能较容易地被加工成一个整体概念，项目间关系较容易形成。此外，在 L2 联结关系的提取中，无关情景节点的干扰也较少。据此假定，在复合词中，熟悉性支持联结再认，并表现出 L2 记忆优势；在无关词中，两个词语不太容易被加工成一个整体概念，项目间关系形成较困难，熟悉性不支持联结再认。

2 方法

2.1 被试

20 名维吾尔族双语学生参与实验，并获得相应报酬。2 名学生未能成功完成实验，其数据被剔除。实际参与数据分析的为 18 人(男生 5 人)，平均年龄为 20.78 岁(SD = 1.48 岁)，视力或矫正视力正常。实验前被试接受语言经历和语言水平问卷测试(Marian, Blumenfeld, & Kaushanskaya, 2007)。其中，汉语接触程度为 40.37% (SD = 7.99%)，汉语水平为 5.46 (SD = 0.80)，维吾尔语水平为 5.93 (SD = 0.82)，语言转换能力为 5.25 (SD = 0.69)。

2.2 实验材料

首先，从现代汉语词典中选择 800 对名词作为备选材料，包含 400 对复合词(如“劳动–模范”)和 400 对无关词(如“日期–人民”)。然后，由不参与正式实验的 26 名学生对材料的熟悉度(1 = 非常不熟悉，7 = 非常熟悉)和整合程度(1 = 整合程度非常低，7 = 整合程度非常高)进行评定。在熟悉度评定中，评分低于 5 分的词对被剔除；在整合程度评定中，复合词中评分低于 5 分和无关词中评分高于 3 分的词对被剔除。

正式实验材料包含 642 对词语。其中 18 对用于练习，剩余 624 对被随机分成两组，312 对用于 L2“学习–测试”任务；312 对翻译成维吾尔语，用于 L1“学习–测试”任务。L1 和 L2 材料经过熟悉度和整合程度平衡后各分成 13 组，每组材料包含 12 对复合词和 12 对无关词。其中 8 对复合词和 8 对无关词作为学习材料，剩余 8 对作为测试“新”词对的材料。L1 和 L2 在词频、熟悉度和整合程度上的评分见表 1。配对样本 t 检验结果表明，L1 [t(25) = 93.26, p < 0.001]和 L2 [t(25) = 89.64, p < 0.001]中，复合词的整合程度高于无关词；两种语言材料在词频[t(25) = 1.29, p = 0.208]和熟悉度上[t(25) = 0.64, p = 0.412]差异不显著。

表 **1** 两种语言条件下实验材料的评定结果[***M*** **(*SD*)**]

语言	刺激类型	词频	熟悉度	整合程度
L1	复合词	66.24 (9.78)	6.42 (0.32)	6.20 (0.26)
	无关词	64.89 (8.42)	6.28 (0.36)	1.74 (0.25)
L2	复合词	61.77 (8.62)	6.23 (0.28)	6.08 (0.32)
	无关词	60.19 (9.40)	6.16 (0.41)	1.56 (0.31)

注：参照现代汉语词典，词频单位为百万分之一。

2.3 实验设计

实验为 2 (语言：L1, L2)×2 (关系：复合词，无关词)×2 (反应：旧，重组)三因素被试内设计。新刺激作为填充材料，不进入分析。

2.4 实验程序

实验材料为黑色背景、白色 36 号黑体字词对，以图片形式通过 Presentation 软件呈现。被试在隔音电磁屏蔽房间内，分辨率为 1024×768 像素的联

ChinaXiv合作期刊

想电脑上完成实验。被试分别完成L1和L2任务，L1和L2任务在被试间平衡。

被试按学习、干扰、测验的流程完成实验，具体程序见图2。练习阶段：在正式实验前，被试进行1组练习，以便熟悉和理解实验任务要求。学习阶段：8对复合词和8对无关词随机出现在屏幕中央，要求被试记住屏幕上的词语。学习阶段ISI为700~1100 ms，学习时间为5000 ms。学习结束后，被试进行20 s三位数倒减3运算。测验阶段：旧、重组以及新词对随机出现在屏幕中央，测试时ISI为700~1100 ms，词对呈现3000 ms，要求被试做出“旧”、“重组”或“新”判断。若两个词语都学过，且

图 2　实验程序

搭配关系与学习时相同，按“F”键(旧)；若两个词语都学过，但搭配关系已经被改变，按“H”键(重组)；若两个词语都没有学过，按“J”键(新)。学习、干扰、测验阶段之间无时间间隔，完成全部实验任务约2小时40分钟。

2.5　ERPs数据记录和分析

使用Neuroscan公司ESI-64导脑电采集分析系统，按照国际10-20系统扩展的64导Ag/AgCL电极帽记录62个头皮位置相应的EEG。接地点在FPz和Fz连线中点，参考电极置于左耳乳突处，离线分析时转换为左右乳突的平均值。左眼上下电极记录垂直眼电，双眼外侧电极记录水平眼电。采样率为1000 Hz，连续记录时滤波带通为0.05~100 Hz，电阻均小于5 kΩ。对测验阶段记录获得的连续EEG进行离线分析处理。排除眼电伪迹和波幅在±75 μV以外的伪迹，滤波带通为0.05~40 Hz，分析时间进程为−100~1000 ms。

参考Kriukova, Bridger和Mecklinger (2013)研究，对额区(F3, F1, Fz, F2, F4)和顶区(P3, P1, Pz, P2, P4) 10个电极进行旧/重组效应分析。从总平均波形来看，两类反应在刺激后250 ms出现分离，且在450~650 ms时段，L2旧/重组效应消失，L1旧/重组效应持续到650~900 ms时段。基于此，本研究选择250~450 ms、450~650 ms和650~900 ms三个时段分析，其中250~450 ms时段的旧/重组效应被认为指示熟悉性，450~650 ms和650~900 ms时段的旧/重组效应被认为指示回想，用来进一步分析L1和L2在回想中的差异。

使用Neuroscan软件，通过分类叠加获得“旧”和“重组”词对中判断正确的ERPs。行为和脑电数据均采用SPSS 22.0进行统计分析。分别对三个时段的平均电压值，进行语言×关系×反应×半球重复测量方差分析，进一步分析只针对与反应有关的显著主效应和显著交互作用。旧/重组效应的头皮分布比较时，先计算10个电极的波形差异矢量，然后进行重复测量方差分析，若交互作用显著，说明头皮分布不同(McCarthy & Wood, 1985)。

3　结果

3.1　行为数据分析

行为数据见表2。首先，对正确率和反应时进行2 (语言：L1, L2)×2 (关系：复合词，无关词)×2 (反

chinaXiv:201809.00127v1

ChinaXiv合作期刊

应：旧，重组)三因素重复测量方差分析。其次，为了进一步考察双语者区分旧/重组的能力，对 $Pr_{联结}$ 值(Snodgrass & Corwin, 1988)进行语言×关系两因素重复测量方差分析。

3.1.1　正确率

语言主效应边缘显著，$F(1, 17) = 3.59$, $p = 0.075$, $\eta_p^2 = 0.17$，说明 L2 的再认成绩高于 L1；关系主效应显著，$F(1, 17) = 8.22$, $p = 0.011$, $\eta_p^2 = 0.33$，说明复合词的再认成绩高于无关词；反应主效应显著，$F(1, 17) = 4.83$, $p = 0.042$, $\eta_p^2 = 0.21$，说明“旧”词对的正确率大于“重组”词对；三者的交互作用不显著，$F(1, 17) = 0.01$, $p = 0.961$；语言和反应[$F(1, 17) = 0.02$, $p = 0.903$]、语言和关系[$F(1, 17) = 0.26$, $p = 0.614$]交互作用不显著；反应和关系的交互作用显著，$F(1, 17) = 33.67$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.66$。简单效应分析结果显示，在复合词中，“旧”词对的正确率大于“重组”词对，$F(1, 17) = 17.55$, $p < 0.001$；在无关词中，“旧”词对和“重组”词对的正确率差异不显著，$F(1, 17) = 2.01$, $p = 0.314$。

表 2　两种语言条件下各反应的正确率和反应时[*M* (*SD*)]

统计指标	类别	复合词				无关词			
		旧	重组	$FA_{重组}$	$Pr_{联结}$	旧	重组	$FA_{重组}$	$Pr_{联结}$
正确率	汉语	0.86 (0.09)	0.72 (0.19)	0.19 (0.14)	0.67 (0.19)	0.83 (0.13)	0.86 (0.09)	0.10 (0.08)	0.73 (0.18)
	维吾尔语	0.80 (0.16)	0.67 (0.15)	0.20 (0.12)	0.61 (0.18)	0.76 (0.15)	0.79 (0.12)	0.12 (0.08)	0.75 (0.15)
反应时 (ms)	汉语	1276 (195)	1655 (276)			1352(221)	1572(249)		
	维吾尔语	1495 (257)	1863 (227)			1589(271)	1583(269)		

注：$FA_{重组}$为“重组”虚报为“旧”的比率，$Pr_{联结}$为“旧”的击中率 $- FA_{重组}$。

3.1.2　反应时

语言主效应显著，$F(1, 17) = 8.41$, $p = 0.010$, $\eta_p^2 = 0.33$，说明 L2 的反应时小于 L1；反应主效应显著，$F(1, 17) = 122.88$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.88$，说明“旧”词对的反应快于“重组”词对；关系主效应显著，$F(1, 17) = 5.81$, $p = 0.028$, $\eta_p^2 = 0.26$，说明复合词的反应时小于无关词；三者的交互作用不显著，$F(1, 17) = 1.34$, $p = 0.264$；语言和反应的交互作用不显著，$F(1, 17) = 0.21$, $p = 0.651$；关系和反应的交互作用显著，$F(1, 17) = 20.58$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.55$。简单效应分析结果显示，复合词[$F(1, 17) = 25.25$, $p < 0.001$]和无关词中[$F(1, 17) = 98.51$, $p < 0.001$]“重组”词对的反应都比“旧”词对的反应慢。语言和关系的交互作用显著，$F(1, 17) = 5.09$, $p = 0.038$, $\eta_p^2 = 0.23$。简单效应分析结果显示，在复合词[$F(1, 17) = 7.66$, $p = 0.013$]和无关词中[$F(1, 17) = 8.92$, $p = 0.011$], L2 的反应时都小于 L1。

3.1.3　鉴别指标

$Pr_{联结}$值表示被试区分旧和重组的能力，值越大说明被试区分旧和重组的能力越强。语言×关系二因素重复测量方差分析结果显示，语言主效应不显著，$F(1, 17) = 0.21$, $p = 0.651$，说明被试在 L2 和 L1 中区分旧和重组的能力无差异；关系主效应显著，$F(1, 17) = 12.88$, $p = 0.002$, $\eta_p^2 = 0.43$，说明被试在复合词中区分旧和重组的能力大于无关词；语言和关系的交互作用边缘显著，$F(1, 17) = 3.77$, $p = 0.069$, $\eta_p^2 = 0.18$。简单效应结果显示，在复合词中，被试在 L2 中区分旧和重组的能力好于 L1, $F(1, 17) = 2.61$, $p = 0.031$；在无关词中，被试在 L2 和 L1 中区分旧和重组的能力差异不显著，$F(1, 17) = 0.30$, $p = 0.578$。

3.2　ERP 结果分析

两类反应在刺激后 250 ms 出现了分离。在 250~450 ms 时段，L1 和 L2 中均存在旧/重组效应；在 450~650 ms 时段，仅 L1 存在旧/重组效应，并持续到 650~900 ms 时段(见图 3)。为了检验两类反应分离的统计有效性，分别在三个时段，对与语言有关的显著交互作用进行简单效应分析，交互作用不显著时，对条件间的 ERPs 进行计划性比较(Keppel, 1991)。

3.2.1　250~450 ms

2 (语言：L1, L2)×2 (关系：复合词，无关词)×2 (反应：旧，重组)×2 (半球：左，右)重复测量方差分析结果显示，反应主效应显著，$F(1, 17) = 4.51$, $p = 0.049$, $\eta_p^2 = 0.21$；关系主效应显著，$F(1, 17) = 13.04$, $p = 0.002$, $\eta_p^2 = 0.43$；四者的交互作用显著，$F(1, 17) = 7.60$, $p = 0.013$, $\eta_p^2 = 0.31$。结果和双侧额区旧/重组效应的典型分布一致，以 F3, F1, F2, F4 电极的平均振幅为指标，进一步对 L2 和 L1 的旧/重组效应进行检验。

L2 反应主效应显著，$F(1, 17) = 10.48$, $p =$

chinaXiv:201809.00127v1

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:201809.00127v1

0.005, η_p^2 = 0.38；关系主效应显著, $F(1, 17)$ = 18.86, p < 0.001, η_p^2 = 0.53；二者的交互作用不显著, $F(1, 17)$ = 0.02, p = 0.900。进一步分析发现，复合词存在旧/重组效应, $F(1, 17)$ = 7.18, p = 0.016, η_p^2 = 0.30; 无关词不存在旧/重组效应, $F(1, 17)$ = 4.04, p = 0.061。

L1 反应主效应不显著, $F(1, 17)$ = 1.07, p = 0.315；关系主效应不显著, $F(1, 17)$ = 2.56, p = 0.128; 但二者的交互作用显著, $F(1, 17)$ = 16.46, p = 0.001, η_p^2 = 0.49。简单效应分析结果显示，复合词存在旧/重组效应, $F(1, 17)$ = 4.78, p = 0.041；无关词不存在旧/重组效应, $F(1, 17)$ = 0.01, p = 0.914。

3.2.2 450~650 ms

2 (语言：L1, L2)×2 (关系：复合词，无关词)×2 (反应：旧，重组)×2 (半球：左，右)重复测量方差分析结果显示，反应主效应显著, $F(1, 17)$ = 5.73, p =

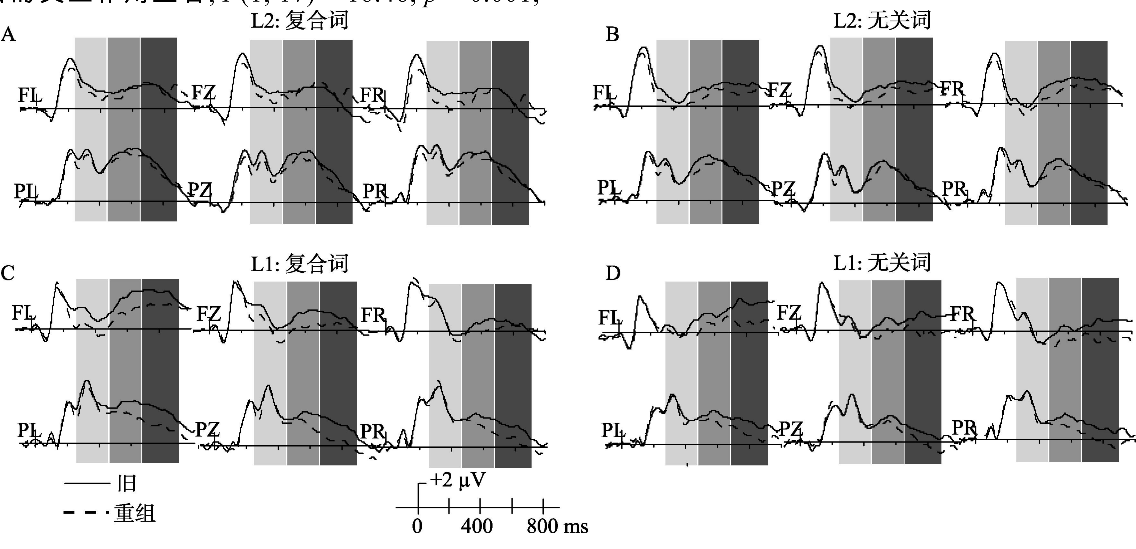


图 3 旧/重组反应在各电极的平均振幅

注：A、B 分别为双语者在 L2(汉语)复合词和无关词上的旧/重组反应在各电极的平均振幅；C、D 分别为双语者在 L1(维吾尔语)复合词和无关词上的旧/重组反应在各电极的平均振幅。其中，FL 为 F1 和 F3 振幅的均值，FR 为 F2 和 F4 振幅的均值；PL 为 P1 和 P3 振幅的均值，PR 为 P2 和 P4 振幅的均值。时间进程为−100~1000 ms，时段为 250~450 ms、450~650 ms 和 650~900 ms。

0.024, η_p^2 = 0.25；语言主效应显著, $F(1, 17)$ = 6.58, p = 0.020, η_p^2 = 0.28；关系主效应显著, $F(1, 17)$ = 18.35, p < 0.001, η_p^2 = 0.52；左半球的平均振幅大于右半球, $F(1, 17)$ = 4.77, p = 0.043, η_p^2 = 0.22。结果和左侧顶区的旧/重组效应分布一致，以 P3 和 P1 电极的平均振幅为指标，进一步对 L2 和 L1 的旧/重组效应进行检验。

L2 反应主效应边缘显著, $F(1, 17)$ = 3.38, p = 0.084, η_p^2 = 0.17；关系主效应显著, $F(1, 17)$ = 19.39, p < 0.001, η_p^2 = 0.533；二者的交互作用不显著 $F(1, 17)$ = 0.30, p = 0.590。进一步分析发现，复合词无旧/重组效应, $F(1, 17)$ = 0.82, p = 0.378，无关词存在旧/重组效应, $F(1, 17)$ = 3.72, p = 0.041, η_p^2 = 0.19。

L1 反应主效应显著, $F(1, 17)$ = 5.89, p = 0.027, η_p^2 = 0.25；关系主效应显著, $F(1, 17)$ = 6.26, p = 0.023, η_p^2 = 0.27；二者的交互作用不显著, $F(1, 17)$ = 0.24, p = 0.629。进一步分析发现，复合词[$F(1, 17)$ = 4.13, p = 0.048]和无关词[$F(1, 17)$ = 5.01, p = 0.041]都存在旧/重组效应。

3.2.3 650~900 ms

2 (语言：L1, L2)×2 (关系：复合词，无关词)×2 (反应：旧，重组)×2 (半球：左，右)重复测量方差分析结果显示，反应主效应显著, $F(1, 17)$ = 10.87, p = 0.004, η_p^2 = 0.39；语言主效应显著, $F(1, 17)$ = 8.55, p = 0.009, η_p^2 = 0.34；关系主效应显著, $F(1, 17)$ = 5.34, p = 0.034, η_p^2 = 0.24；四者的交互作用显著, $F(1, 17)$ = 4.50, p = 0.049, η_p^2 = 0.21。结果和晚期左侧顶区旧/重组效应分布一致，以 P3 和 P1 电极的平均振幅为指标，进一步对两种语言条件下的旧/重组效应进行检验。

L2 反应主效应不显著, $F(1, 17)$ = 0.57, p = 0.459；关系主效应不显著, $F(1, 17)$ = 0.88, p = 0.360；二者的交互作用不显著, $F(1, 17)$ = 0.02, p = 0.890。结果表明，复合词和无关词都无旧/重组

ChinaXiv合作期刊

效应。

L1 反应主效应显著, $F(1, 17) = 26.33$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.61$; 关系主效应显著, $F(1, 17) = 9.65$, $p = 0.007$, $\eta_p^2 = 0.36$; 二者交互作用边缘显著, $F(1, 17) = 4.02$, $p = 0.061$, $\eta_p^2 = 0.19$。简单效应分析结果显示, 复合词[$F(1, 17) = 13.03$, $p < 0.001$]和无关词[$F(1, 17) = 9.97$, $p = 0.006$]都存在旧/重组效应。

为了进一步比较 L2 和 L1 在三个时段中旧/重组效应的差异, 对两种语言的旧/重组效应进行独立样本 t 检验。在 250~450 ms 时段(图 4A), L2 和 L1 中复合词中都存 FN400 效应, 但二者差异不显著, $t(17) = -0.09$, $p = 0.931$; 无关词中都无 FN400 效应。在 450~650 ms 时段(图 4B), 在复合词中, L1 存在 LPC 效应, L2 无 LPC 效应; 在无关词中, L2 和 L1 都存在 LPC 效应, 但二者差异不显著, $t(17) = 0.02$, $p = 0.988$。在 650~900 ms 时段(图 4C), 在复合词中, L1 存在 LPC 效应, L2 无 LPC 效应, L1 的 LPC 效应显著大于 L2, $t(17) = -2.67$, $p = 0.016$, $d = 2.20$; 在无关词中, L1 存在 LPC 效应, L2 无 LPC 效应, 二者差异不显著, $t(17) = -1.61$, $p = 0.126$。

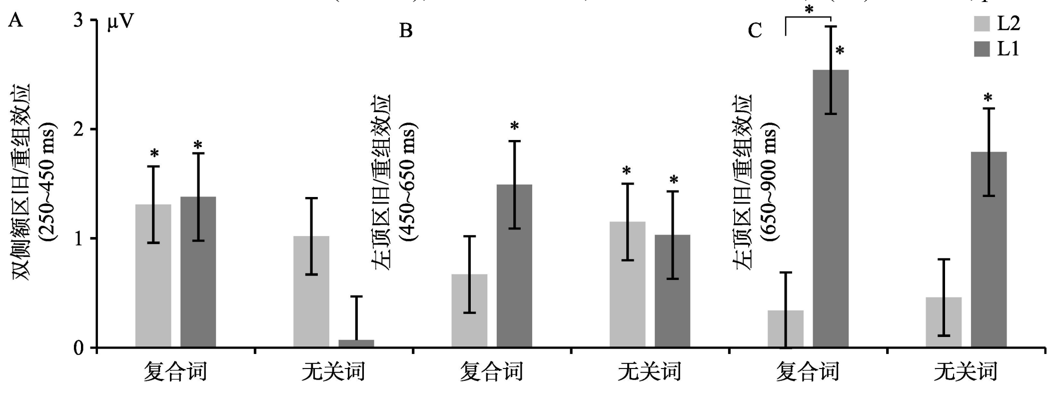


图 4　两种语言旧/重组效应比较

注：A 为 250~450 ms 时间窗口, 双语者在双侧额区上 L2 (汉语)和 L1(维吾尔语)中复合词和无关词的旧/重组效应; B 和 C 为 450~650 ms 和 650~900 ms 时间窗口, 双语者在左顶区上 L2 (汉语)和 L1 (维吾尔语)中复合词和无关词的旧/重组效应。

3.2.3　地形图分析

选取三个时段的 10 个电极, 并计算其波形差异矢量(McCathy & Wood, 1985), 进行 2 (语言 :L1, L2)×10 (电极 : F3, F1, FZ, F2, F4, P3, P1, PZ, P2, P4)×3 (时间 :250~450 ms, 450~650 ms, 650~900 ms)三因素重复测量方差分析。结果显示, 语言、电极和时间的交互作用边缘显著, $F(18, 306) = 1.61$, $p = 0.057$, $\eta_p^2 = 0.09$。随后分三个时段对 L2 和 L1 在大脑皮层的分布进行检验。在 250~450 ms 时段, 语言和电极的交互作用显著, $F(9, 153) = 1.83$, $p = 0.041$, $\eta_p^2 = 0.13$; 其余两个时段, 交互作用均不显著($Fs < 1$)。结果说明, L2 和 L1 旧/重组效应的空间分布存在不同(见图 5A 和图 5B)。

4　讨论

本研究从联结再认的角度考察了双语者的第二语言记忆优势效应。实验结果表明, 在高整合条件下, 联结再认中存在 L2 记忆优势; 在低整合条件下, L2 和 L1 的记忆效果差异不显著。实验结果还表明, 语义整合能促进熟悉性在维吾尔语联结再认中发挥作用。

4.1　联结再认中双语者 L2 记忆优势效应

在高整合条件下, 双语者在联结再认中存在 L2 记忆优势。在行为结果上, 与 L1 相比, L2 表现出更高的旧/重组区分能力和更短的反应时间。在低整合条件下, 双语者在两种语言中的旧/重组区分能力无显著差异。在 ERPs 结果上, L2 记忆优势主要体现在加工过程和提取时间上。在加工过程上, L2 在联结再认中只诱发了 FN400 效应, 而 L1 在联结再认中既诱发了 FN400 效应, 也诱发了 LPC 效应。结果说明, L1 在联结再认中需要回想和熟悉性的共同参与, 而 L2 仅凭借熟悉性就能够完成联结

chinaXiv:201809.00127v1

ChinaXiv合作期刊

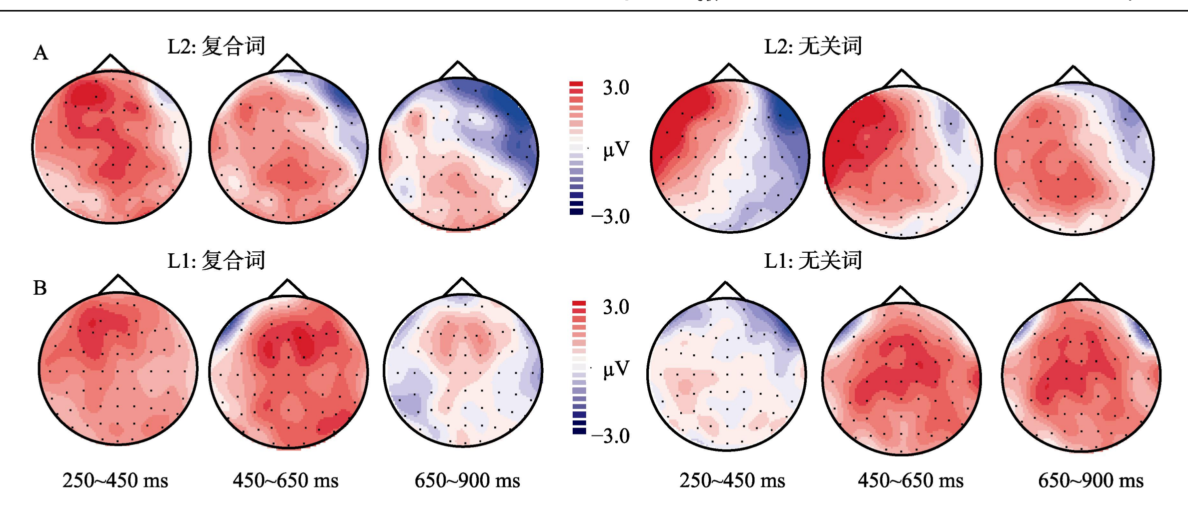


图 5 两种语言下各条件间差异波地形图

注：A 为双语者在 L2(汉语)复合词和无关词中 F3、F1、Fz、F2、F4; P3、P1、Pz、P2、P4 十个电极在 250~450 ms、450~650 ms 和 650~900 ms 三个时间窗口的大脑皮层分布; B 为双语者在 L1(维吾尔语)复合词和无关词中 F3、F1、Fz、F2、F4; P3、P1、Pz、P2、P4 十个电极在 250~450 ms、450~650 ms 和 650~900 ms 三个时间窗口的大脑皮层分布。彩图见电子版。

chinaXiv:201809.00127v1

关系的提取。在时间进程上, L2 和 L1 分别在 650 ms 和 900 ms 完成联结关系的提取, 即 L2 的提取速度快于 L1。

Francis 和 Strobach (2013)的研究发现了双语者在项目再认中存在 L2 记忆优势。本研究发现了在高整合条件下, 双语者在联结再认中也存在 L2 记忆优势, 说明在高整合条件下, 双语者的再认记忆 L2 优势效应具有普遍性。在高整合条件下, 双语者在联结再认中的 L2 记忆优势可由 SAC 模型解释。该模型认为, 联结关系的提取会受到来自概念节点自身的激活水平、与概念节点相连接的情景节点数目以及项目间关系编码质量的影响。由于 L2 概念节点自身的激活水平低于 L1, 导致 L2 中形成两个项目间关系比较困难。因此, 提高 L2 联结再认的关键在于促进 L2 中两个项目间的关系编码。本研究中, 复合词中的两个词语在语义上高度关联, 两个词语能够较容易地被加工成一个整体概念。个体对 L2 中两个项目间关系编码时对认知资源的需求变小, 项目间关系得到了充分编码。在整合编码后, 双语者在联结再认中不再提取两个分离的项目, 而是对整体概念的提取。由于 L2 整体概念中无关情景节点的干扰较少, 击中率则较高; 与此同时, L2 概念节点自身的激活水平较低, 虚报率也较低。因此在高整合条件下, L2 联结再认成绩好于 L1, 即表现出 L2 记忆优势。

有研究发现, 低频词的联结再认成绩低于高频词(Clark, 1992)。本实验结果却发现, 低整合条件下, L2 和 L1 的联结再认成绩并无显著差异。Clark (1992)的研究中没有采用整合编码策略。由于低频词中概念节点激活水平较低, 项目间关系编码不充分, 因此低频词的联结再认成绩低于高频词。本研究通过语义关系来调节项目间的整合程度。虽然无关词的整合程度低于复合词, 但不能排除无关词在编码中被整合的可能性。在 250~450 ms 时段, 与 L1 相比, L2 无关词中“旧”反应的 ERPs 比“重组”反应有更正的趋势(1.02 *vs* 0.07 μV), 即也可能存在 L2 无关词的整合程度高于 L1 的趋势。此外, 虽然有研究者认为, L2 词汇类似于双语者 L1 中的低频词(Gollan et al., 2008), 但汉语是国家通用语言, 少数民族学生接触和掌握汉语的程度可能不完全等同于低频词。双语者 L2 概念节点自身的激活水平低于 L1, 但二者在低整合条件中却存在相同的记忆效果。这一结果也反映了双语者在联结再认中存在 L2 记忆优势。

4.2 整合编码促进基于熟悉性的联结再认

实验结果也从双语的角度证明了语义整合能够促进熟悉性支持联结再认。如前言所述, FN400 效应反映基于熟悉性的提取; LPC 效应反映基于回想的提取 (Zheng et al., 2015a; Kamp et al., 2016)。复合词中, 双语者在 L2 和 L1 中都诱发 FN400 效应, 说明在两种语言中熟悉性都能够支持联结再认。无关词中, 两种语言都只诱发了 LPC 效应, 说明联结再认主要凭借回想, 熟悉性不支持联结再认。复合词中两个词语之间语义高度关联, 其语义整合程度比无关词强。复合词存在 FN400 效应, 而无关词只存在LPC 效应, 说明语义整合引起了基于熟悉性的联结再认。维吾尔语文字和汉语文字是透明性差异比较大的两种文字。维吾尔语是一种透明

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:201809.00127v1

文字，一个字素和音素之间是规则的一一对应关系；而汉语是一种不透明文字，一个音节可以代表多个汉字的发音(Liu & Cao, 2016)。在高整合条件下，两种透明性差异比较大的文字在 250~450 ms 都诱发了FN400效应，说明熟悉性不仅能够支持单一语言的联结再认，而且能够支持双语者两种语言的联结 再认。

此外, L2 中的复合词只诱发了 FN400 效应，而 L1 中的复合词同时诱发了FN400效应和LPC效应。结果说明，整合编码对 L2 和 L1 中联结再认的影响程度不同。汉语是少数民族学生的第二语言，它作为个体的一种经验会自上而下地影响到个体对事件的编码和提取(Schroeder & Marian, 2012)。维吾尔族学生拥有维吾尔语和汉语两套概念编码系统。两种语言在 L2 言语理解过程中处于平行激活状态，因此在提取 L2 时，存在 L2 和 L1 两种提取线索。L1 是双语者的优势语言，在 L1 编码时，来自 L2 词汇的激活较少。因此在提取 L1 时, L2 词汇线索对 L1 词汇提取的贡献相对较小(Schroeder & Marian, 2012)。语言和编码的交互影响也可能是导致双语者在L2和L1联结再认中差别的一个重要原因。未来研究可进一步探究语言和编码的交互影响对双语者联结再认的作用。

长期以来，人们认为双语者的 L2 关系加工存在编码不充分的缺陷(Buchler & Reder, 2007)。本研究却发现，整合编码能够弥补双语者这类加工缺陷，促进 L2 的联结再认，表现出 L2 记忆优势。这一结果为我国少数民族学生有效地习得国家通用语言提供了重要的认知神经科学依据。常用的整合编码策略，如交互表象(Diana, Yonelinas, & Ranganath, 2008)、知觉特征(Yonelinas, Kroll, & Dobbins, 1999)以及语义关联(Ahmad & Hockley, 2014)等，都可以用于帮助少数民族学生学习和掌握国家通用语言。

5　结论

(1)在语义整合的条件下，双语者在联结再认中存在第二语言记忆优势效应，即在联结再认中，双语者仅凭借熟悉性就能成功提取联结关系，而且提取速度快于第一语言。

(2)整合编码不仅促进了双语者第一语言中基于熟悉性的联结再认，而且引发了第二语言联结再认中的熟悉性加工。结果表明，整合编码促进熟悉性支持联结再认的效应不仅存在于单一语言中，而且在双语中也存在。

参　考　文　献

Ahmad, F. N. & Hockley, W. E. (2014). The role of familiarity in associative recognition of unitized compound word pairs. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *67*(12), 2301–2324.

Buchler, N. E. G., & Reder, L. M. (2007). Modeling age-related memory deficits: A two-parameter solution. *Psychology and Aging*, *22*(1), 104–121.

Clark, S. E. (1992). Word frequency effects in associative and item recognition. *Memory and Cognition*, *20*(3), 231–243.

Diana, R. A., Reder, L. M., Arndt, J., & Park, H. (2006). Models of recognition: A review of arguments in favor of a dual-process account. *Psychonomic Bulletin and Review*, *13*(1), 1–21.

Diana, R. A., Yonelinas, A. P., & Ranganath, C. (2008). The effects of unitization on familiarity-based source memory: Testing a behavioral prediction derived from neuroimaging data. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *34*(4), 730–740.

Francis, W. S., & Strobach, E. N., (2013). The bilingual L2 advantage in recognition memory. *Psychonomic Bulletin and Review*, *20*(6), 1296–1303.

Gollan, T. H., Montoya, R. I., Cera, C., & Sandoval, T. C. (2008). More use almost always means a smaller frequency effect: Aging, bilingualism and the weaker links hypothesis. *Journal of Memory and Language*, *58*(3), 787–814.

Graf, P., & Schacter, D. L. (1989). Unitization and grouping mediate dissociations in memory for new associations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *15*(5), 930–940.

Kamp, S., Bader, R., & Mecklinger, A. (2016). The Effect of Unitizing Word Pairs on Recollection Versus Familiarity-Based Retrieval-Further Evidence from ERPs. *Advances in Cognitive Psychology*, *12*(4), 168–177.

Keppel, G. (1991). Design and analysis: A researcher's handbook. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Kriukova, O., Bridger, E., & Mecklinger, A. (2013). Semantic relations differentially impact associative recognition memory: electrophysiological evidence. *Brain and Cognition*, *83*(1), 93–103.

Kuperman, V., & Van Dyke, J. A. (2013). Reassessing word frequency as a determinant of word recognition for skilled and unskilled readers. *Journal of Experimental Psychology*, *39*(3), 802–823.

Liu, H. S., Cao, F. (2016). L1 and L2 processing in bilingual brain: A meta-analysis of neuroimaging studies. *Brain and Language*, *159*, 60–73.

MacLeod, C. M., & Kampe, K. E. (1996). Word frequency effects on recall, recognition, and word fragment completion tests. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *22*(1), 132–142.

[毛新瑞, 徐慧芳, 郭春彦. (2015). 双加工再认提取中的情绪记忆增强效应. *心理学报*, *47*(9), 1111–1123.]

Mandler, G. (1980). Recognizing: The judgment of previous occurrence. *Psychological Review*, *87*(3), 252–271.

Marian, V., Blumenfeld, H. K., & Kaushanskaya, M. (2007). The language experience and proficiency questionnaire (LEAP-Q): Assessing language profiles in bilinguals and multilinguals. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, *50*(4), 940–967.

ChinaXiv合作期刊

McCarthy, G., & Wood, C. C. (1985). Scalp distributions of event-related potentials: An ambiguity associated with analysis of variance models. *Electroencephalography and Clinical. Neurophysiology/Evoked Potentials Section*, *62*(3), 203–208.

Reder, L. M., Paynter, C., Diana, R. A., Ngiam, J., & Dickison, D. (2007). Experience is a double-edged sword: A computational model of the encoding/retrieval trade-off with familiarity. *Psychology of Learning and Motivation*, *48*, 271–312.

Rugg, M. D., & Curran, T. (2007). Event-related potentials and recognition memory. *Trends in Cognitive Sciences*, *11*(6), 251–257.

Schroeder S, Marian V. (2012). A bilingual advantage for episodic memory in older adults. *Journal of Cognitive Psychology*, *24*(5), 591–601.

Snodgrass, J. G., & Corwin, J. (1988). Pragmatics of measuring recognition memory: Applications to dementia and amnesia. *Journal of Experimental Psychology: General*, *117*(1), 34–50.

Vilberg, K. L., Moosavi, R. F., & Rugg, M. D. (2006). The relationship between electrophysiological correlates of recollection and amount of information retrieved. *Brain Research*, *1122*(1), 161–170.

Yonelinas, A. P. (2002). The nature of recollection and familiarity: A review of 30 years of research. *Journal of Memory and Language*, *46*(3), 441–517.

Yonelinas, A. P., Kroll, N. E. A., Dobbins, I. G., & Soltani, M. (1999). Recognition memory for faces: When familiarity supports associative recognition judgments. *Psychonomic Bulletin & Review*, *6*(4), 654–661.

Zheng, Z. W., Li, J., Xiao, F. Q., Broster, L. S., & Jiang, Y. (2015a). Electrophysiological evidence for the effects of unitization on associative recognition memory in older adults. *Neurobiology of Learning and Memory*, *121*, 59–71.

chinaXiv:201809.00127v1

ChinaXiv合作期刊

The bilingual L2 advantage in associative recognition

LIU Guixiong[1,2]; JIA Yongping[1]; WANG Yujuan[3]; MAIHEFULAITI·Kanji[1]; GUO Chunyan[2]

([1] *Department of Psychology, Xinjiang Normal University, The Key Laboratory of Mental Development and Learning Science, Xinjiang Normal University, Urumqi* 830017, *China*)

([2] *Department of Psychology, Capital Normal University, Beijing Key Laboratory of "Learning & Cognition", Beijing* 100048, *China*)

([3] *Intellectual Property School of Chongqing University of Technology, Chongqing* 400054, *China*)

Abstract

Recent research has indicated that humans exhibit better item recognition when working with their second language (L2) than in their first (L1). Associative and item recognition are based on different retrieval information and retrieval processes, even though they share certain characteristics. In the present study, we investigated whether bilingual associative recognition performance was better in L2 than in L1. We asked participants to complete two study-test tasks that were presented in Chinese or Uygur, as appropriate. During the study phase, participants were instructed to remember either compound or unrelated word pairs. Participants were then asked to indicate whether word pairs were intact, rearranged, or new.

According to the dual-process model of recognition memory, recognition can be mediated by two functionally distinct processes known as familiarity and recollection. Familiarity is a subjective feeling of prior encounter associated with an early (300~500 ms) frontal old/new effect (FN400). Recollection provides access to detailed information about the prior occurrence of an item and its associated episodic context, which is reflected by a later (500~800 ms) left parietal old/new effect (LPC). Traditionally, most researchers have assumed that associative recognition depended only on recollection, but more and more researchers have suggested that familiarity could also support associative recognition under unitized encoding conditions.

In the present study, we manipulated levels of unitization (LOU) through semantic relations of word pairs. In the unitization condition (compound word pairs), two words can be processed as a single coherent entity or an object. In contrast, in the non-unitization condition (unrelated word pairs), two items can only be treated as two separate objects. The current experiment found (1) associative recognition was more rapid in L2 than in L1 for both compound and unrelated word pairs, and the accuracy of associative recognition was higher in L2 for compound word pairs but equal for unrelated word pairs; and (2) associative recognition was better for compound than for unrelated word pairs both in L2 and in L1. The event-related potentials (ERPs) showed that in the unitization condition, recognition in L1 elicited both FN400 and LPC effects, indicating the unitization effect kept consistency in different language. However, recognition in L2 only elicited the FN400 effect. In addition, participants accomplished associative recognition at a time of 650 ms in L2. However, associative recognition was not completed until 900 ms in L1. This result pattern indicated that associative recognition in L2 can rely solely on familiarity. In the non-unitization condition, there was no FN400 effect, but the LPC effect occurred in both L2 and L1.

Together, these results indicate similar to item recognition, bilingual associative recognition is better in L2 than in L1 in the unitization condition. In addition, unitization increases the relative contribution of familiarity to subsequent associative retrieval. The practical significance of this study is that it provides a cognitive neuroscientific basis for promotion of the national common language in minority regions of China.

Key words associative recognition; bilingualism; unitization; familiarity; recollection

chinaXiv:201809.00127v1